

Zeitschrift: Tracés : bulletin technique de la Suisse romande
Herausgeber: Société suisse des ingénieurs et des architectes
Band: 136 (2010)
Heft: 19: Transport par câble

Artikel: Les vertus du câble
Autor: Perret, Jacques / Glassey, Paul
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-130467>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Les vertus du **câble**

TRANSPORT

En évolution permanente, le transport par câble sert depuis très longtemps aux déplacements de personnes, d'animaux et de marchandises. Exploitant les progrès techniques, s'adaptant sans cesse à des contraintes variées, son développement fait de lui un moyen de transport qui offre aujourd'hui une palette de possibilités aussi vaste que variée.

Les premiers équipements étaient très rudimentaires et les illustrations les plus anciennes montrent qu'au départ, la corde était avant tout utilisée pour supporter un véhicule pouvant accueillir passagers, animaux ou matériel. Ils fonctionnaient essentiellement sur le principe du va-et-vient : un élément suspendu à un fil effectue un mouvement d'aller-retour le long de ce dernier. Le mouvement de translation était alors garanti soit par les passagers, soit manuellement depuis une des extrémités (fig. 1 à 3).

Ces systèmes se sont développés parallèlement dans diverses parties du monde, et certaines personnes émettent même l'hypothèse que l'homme pourrait s'être inspiré des

singes qui se servent de lianes pour survoler des rivières ou des ravins.

Très efficace pour franchir des obstacles qui affichent un important dénivelé ou des profils peu propices à une circulation terrestre, ce mode de transport a notamment été utilisé comme moyen d'enjamber des dispositifs de défense urbaine comme les fossés. Des systèmes permettant le transport de matériaux de construction ont également rapidement été mis en place.

C'est toutefois en montagne, où l'on est sans cesse confronté à la problématique du franchissement des falaises, torrents et autres obstacles naturels, que le transport par câble a vu se dérouler l'essentiel de ses développements. On y a rapidement cherché à survoler ces obstacles à l'aide de dispositifs suspendus à des cordes. Les systèmes ont dès lors constamment évolué, principalement sous l'impulsion de deux éléments : les progrès techniques, qui ont amélioré le potentiel disponible, et l'accroissement de la demande résultant de l'apparition de nouveaux besoins liés à l'offre touristique dans les zones de montagne.

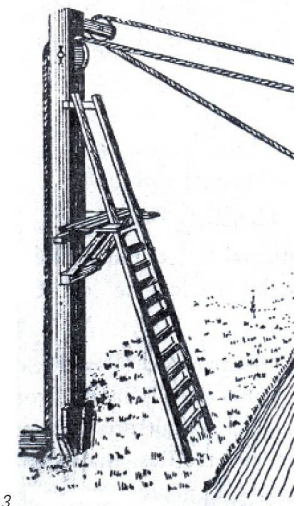
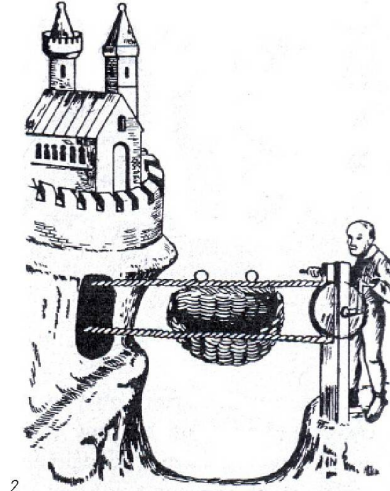


Fig. 1 : Esquisse d'un téléphérique par Gakyojin Hokusai (Japon) à la fin du XVII^e siècle

Fig. 2 : Esquisse de 1411 de Johan Hartlieb d'un téléphérique approvisionnant une place forte

Fig. 3 : Premier dessin d'un téléphérique d'une conception technique correcte, imprimé dans le livre « *Machinae novae* » (1616) de Faustus Verantius

Fig. 4 : Projet de « *Luftbahn* » imaginé en 1859 par l'architecte Friedrich Albert pour accéder au Rigi

La découverte du câble

Les limites des premiers systèmes dépendaient directement de celles de leur composant central, la corde devant supporter le poids des marchandises transportées. Bien qu'elles offraient des performances remarquables, les cordes en chanvre ne présentaient pas toutes les qualités nécessaires en termes d'usure ou de résistance pour le développement de systèmes plus audacieux. Ces inconvénients furent considérablement réduits par la mise au point des premiers câbles métalliques toronnés, à partir du début du 19^e siècle.

A un moment donné, les câbles offraient une résistance en traction satisfaisante, mais n'étaient pas toujours aptes à supporter de grandes charges. On dispose ainsi d'illustrations de projets qui utilisent des « ballons » de type montgolfière pour soulager la charge induite par les véhicules sur le câble porteur (fig. 4).

C'est d'ailleurs pour pallier le manque de performance des câbles porteurs que le principe du funiculaire s'est rapidement et largement répandu dans la seconde partie du 19^e siècle : un véhicule qui roule sur des rails ou sur des ponts surélevés est tracté par câble, selon un concept encore largement répandu de nos jours.

L'invention du câble métallique favorisa ainsi la construction de lignes à « va-et-vient » comportant deux véhicules fixés sur un même câble qui effectue un mouvement d'aller et retour. Un fonctionnement dont les funiculaires et les téléphériques sont les principales déclinaisons et qui repose généralement sur une séparation entre le systè-

me porteur et le système tracteur. On oppose souvent ce fonctionnement à celui des systèmes dits à mouvement continu, qui consiste à fixer un nombre aussi élevé que possible de véhicules sur un ou des câbles fermés, ces derniers effectuant un mouvement en boucle et remplissant à la fois les fonctions tractrice et porteuse. Ce principe, très vite utilisé pour le transport de matériaux de chantier, est celui adopté par une grande partie des systèmes actuels pour skieurs.

En plus de ces progrès dans le domaine des câbles, c'est le développement de l'énergie électrique qui joua aussi un rôle crucial pour la mise au point de nouveaux systèmes : cette nouvelle forme d'énergie, en plus d'ouvrir de fertiles perspectives au chemin de fer, permit de résoudre de façon particulièrement efficace la plupart des problèmes de motricité des systèmes à câble.

Le tourisme de montagne

En facilitant l'accès des zones de montagne, ces progrès jouèrent un rôle décisif dans l'avènement du tourisme de montagne, amenant toujours plus de personnes sur des lieux jusqu'alors difficiles d'accès. Les moyens rudimentaires utilisés jusqu'alors pour répondre aux besoins des autochtones en matière de transport devinrent rapidement insuffisants pour faire face aux demandes croissantes des touristes, forçant les ingénieurs à faire preuve d'inventivité. Cette pression s'est traduite par la recherche de moyens pour augmenter d'abord la capacité des systèmes, puis accroître leur confort d'utilisation.

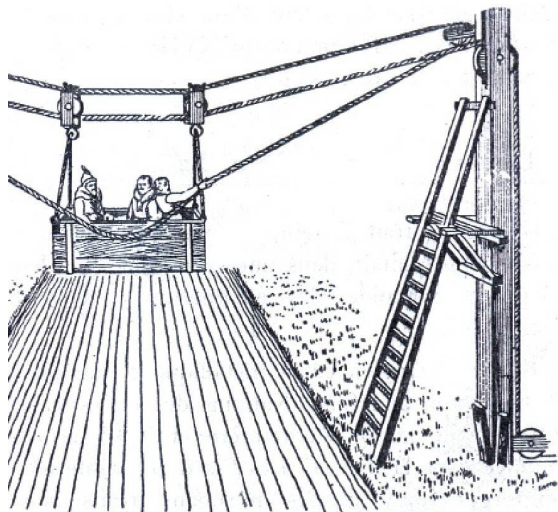


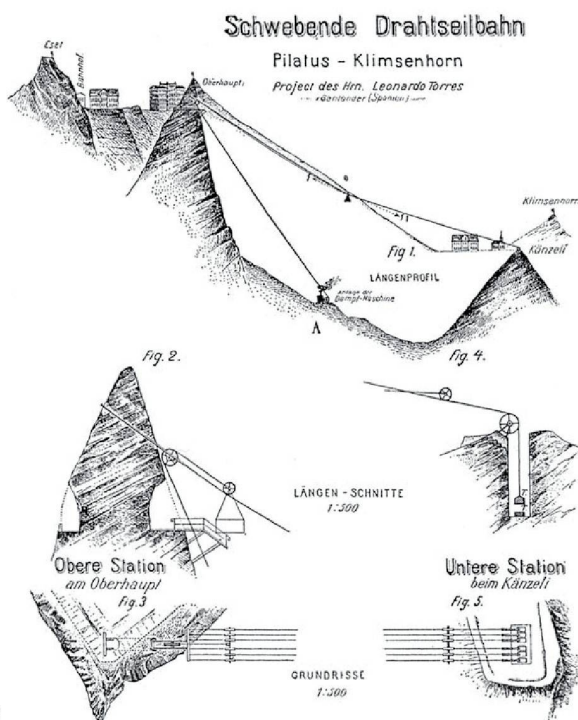
Fig. 5 : Le télétraîneau de La Clusaz en 1935 (« Wide World Photo », photo The New-York Times, Paris)

Fig. 6 : Projet établi en 1893 par Leonardo Torres pour la construction d'un « schwebende Drahtseilbahn » au Pilatus à Lucerne (< www.seilbahn-nostalgie.ch >)

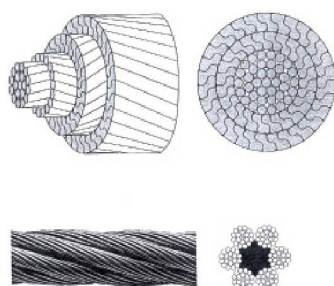
Fig. 7 : Composition de câbles clos (en haut) et de câbles à torons (en bas)



5



6



7

S'inspirant du système du funiculaire, on inventa alors le télétraîneau, qui avait pour principe de remplacer les rails par la neige et d'équiper les véhicule de patins (fig. 5). Ce système offrait des possibilités limitées en termes de capacité et ne dura pas longtemps. Il évolua cependant vers un système similaire où le traîneau était remplacé par des luges, donnant ainsi naissance au téléluge. Le câble effectuait alors un parcours en boucle, l'objectif étant d'augmenter le nombre de véhicules pouvant s'accrocher simultanément au câble. Cette solution, qui impliquait de décoller le câble du sol, est l'ancêtre de ce qui deviendra le télésiège, selon un concept qui n'a plus guère évolué jusqu'à nos jours. On en est pour ainsi dire resté là pour les systèmes à câbles reposant sur le sol, tant les funiculaires que les téléskis n'ayant plus subi de réelles révolutions de leur fonctionnement.

Loïn du sol

On l'a vu avec le téléluge, l'augmentation de la capacité s'est traduite par la volonté d'accroître le nombre de véhicules fixés au câble et c'est logiquement dans le domaine des systèmes à mouvement continu que l'on a observé les plus grandes évolutions.

S'inspirant des premiers téléskis et profitant des nouvelles performances des câbles, un premier télésiège fût construit en 1937 aux USA. Monoplaces, les chaises y étaient orientées transversalement par rapport au sens de la marche, rendant peu confortable et délicat le chargement du passager. En matière de rendement, le principal inconvénient de ce premier télésiège était précisément dû au chargement des passagers qui limitait la vitesse du câble. Ce problème a progressivement été résolu par le développement d'éléments à même de réduire la vitesse du véhicule (siège ou cabine) lors du chargement, sans péjorer la performance globale entre les stations. Cet objectif a été atteint par la mise au point des systèmes de fixation débrayables (fig. 9), des dispositifs qui assurent l'attache des véhicules sur le câble par pinçage lors de leur démarrage. Rapidement mis au point pour les téléskis

Câbles à torons et câbles clos

Les câbles actuels peuvent être divisés en deux catégories : les câbles à torons et les câbles clos.

Les câbles à torons sont constitués de fils enroulés autour d'un noyau. Ils offrent par conséquent une surface peu favorable au roulement d'un chariot. Ils sont essentiellement utilisés en tant que câbles tracteurs. Les premiers câbles toronnés étaient faits de fils métalliques enroulés autour d'une corde en chanvre imbibée d'huile, dont la présence participait à l'entretien de fils métalliques.

De leur côté, les câbles dits clos présentent une surface extérieure lisse sur laquelle un chariot peut rouler avec moins de frottements. Le rapport entre leur diamètre et la surface réellement occupée par l'acier est supérieur à celui qu'on rencontre pour des câbles à torons, ce qui favorise leur usage comme câbles porteurs.

Fig. 8 : Les expositions sont souvent prétexte à la construction de téléphériques ou de télécabines. Ici en 1939, lors de l'exposition nationale à Zurich (< www.seilbahn-nostalgie.ch >)

Fig. 9 : Système de fixation débrayable

Fig. 10 : Le village d'Isérables vu depuis le téléphérique

en utilisant la composante verticale de la force exercée par le skieur sur le câble, leur mise au point sera plus longue pour des éléments suspendus. En effet, les possibles oscillations verticales du câble entre les pylônes pouvant fortement réduire le poids des véhicules, l'efficacité de la fixation risquait de se voir affaiblie, mettant ainsi en danger les usagers. Parallèlement, toujours afin de pouvoir maintenir une vitesse du câble élevée pour les télésièges, les zones de chargement peuvent aujourd'hui être équipées de tapis roulant.

Des modèles de véhicules toujours plus variés

Pour faire face aux exigences croissantes liées aux sports d'hiver, on essaye aujourd'hui encore d'améliorer le rendement et le confort des installations de transports par câble. Les principaux développements concernent d'une part la configuration des véhicules que l'on est capable de faire circuler sur des câbles et, d'autre part, l'accès aux différents systèmes disponibles.

C'est ainsi que, dans le domaine des téléskis, les systèmes à enrouleur ont progressivement remplacé ceux à perche : en plus d'augmenter le confort du démarrage et parfois la vitesse du système, la longueur adaptable du système permet aussi de réduire le nombre des pylônes nécessaires. Dans le domaine des télésièges, on est passé du monoplace transversal du premier modèle à des systèmes couverts pouvant accueillir jusqu'à huit personnes. La capacité des téléphériques n'a cessé de croître, les plus grandes cabines disponibles de nos jours pouvant accueillir jusqu'à 200 personnes. C'est cependant dans le domaine des télécabines qu'on a observé le plus d'innovations : si on a tous encore en mémoire les « œufs » à quatre places, il existe aujourd'hui un grand nombre de déclinaison pour ce genre d'installation dont le nombre de passagers peut aller jusqu'à 40 par cabine (fig. 11). En matière de diversité des installations, certaines permettent de combiner des sièges avec des cabines. Il est également possible de mettre en service des systèmes pulsés qui regroupent une série de plusieurs cabines. On a aussi considérablement repensé les interfaces de chargement, élément clé s'il en est du bon fonctionnement de tout système de transport.

Et à part le ski ?

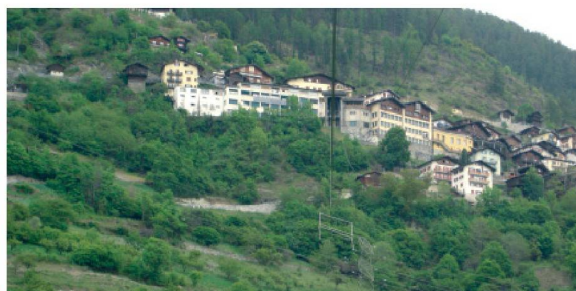
Pendant longtemps, une autre utilisation des transports par câble concernait la desserte de villages isolés en montagne. Ce principe a été largement utilisé dans les Alpes au cours des 19^e et 20^e siècles, à une époque où la construction de routes était très onéreuse et où les véhicules routiers n'étaient pas aussi performants qu'aujourd'hui. Les installations qui subsistent aujourd'hui chez nous sont générale-



8



9



10

Fig. 11 : Le « Funitel », un exemple des nombreux types de cabines disponibles
(Sauf mention, tous les documents illustrant cet article ont été fournis par le bureau Paul Glassey SA)



11

ment automatisées et ne nécessitent qu'une main d'œuvre d'exploitation très réduite. Si elles ont aujourd'hui perdu une grande partie de leur importance, elles ont parfois présidé au développement d'un village, comme par exemple celui d'Isérables : on observe clairement sur la figure 10 comment le village s'est développé de part et d'autre de l'arrivée du téléphérique mis en service en 1942. A signaler aussi que plusieurs de ces installations font aujourd'hui partie intégrante des systèmes de transports scolaires.

Les transports par câble sont aussi utilisés pour la desserte de chantiers situés dans des lieux difficilement accessibles par voie routière, notamment dans les zones montagneuses. Cette solution fût notamment adoptée dans notre pays lors de la construction de plusieurs barrages à partir des années 1950 où des systèmes à câbles ont été utilisés pour le transport du ciment de la plaine vers la montagne. Un des exemples les plus spectaculaires concerne la construction du barrage de la Grande Dixence (1953 à 1961) avec la construction d'un téléphérique reliant Chandoline près de Sion à Blavaz. Le ciment était alors transféré directement du chemin de fer dans le téléphérique qui l'acheminait en une fois sur le chantier au terme d'un parcours de plus de 17 km. Une solution similaire fût appliquée quelques années plus tard lors de la construction du barrage de Cleuson, avec la mise en place d'un téléphérique allant de la gare d'Ardon à Cleuson. Par la suite, avec le fort développement des transports routiers, le ciment fut essentiellement transporté par la route, comme

ce fut par exemple le cas lors de la construction des barrages de Zeuzier (1957) et de Moiry (1958).

Cependant, récemment et pour des raisons liées à la protection de l'environnement, les transports de matériaux par téléphérique ont à nouveau été mis en place sur des chantiers hydroélectriques. Lors de la construction de la conduite forcée de Cleuson-Dixence, un téléphérique de 15 t de capacité a transporté jusqu'à 450 t par jour de marchandises sur 1000 mètres de dénivellation. Un autre exemple récent particulièrement spectaculaire concerne le chantier de Linthal dans le canton de Glaris : ce sont ici deux téléphériques d'une capacité de 40 t de charge qui viennent d'être mis en service pour alimenter un énorme chantier hydroélectrique de turbinage pompée dans un site où il n'est pratiquement pas possible de construire une route (voir images pp. 15 et 16).

Pourquoi seulement en montagne ?

L'histoire nous montre comment le transport par câble a su s'adapter à des contextes et à des contraintes diverses. La variété et l'efficacité des possibilités brièvement évoquées ici montrent que ce mode de transport bénéficie de nombreux atouts pour des usages allant bien au-delà des montagnes et des pistes de ski auxquelles il semble que nous les ayons à ce jour limités.

Jacques Perret

Paul Glassey, ing. civil EPF
Bureau Technique Paul Glassey SA
CH – 1997 Haute-Nendaz